

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**



**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Distribución de clases diamétricas de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planchon 1872 BURSERACEAE “palo santo”, en el cerro “Garabo”  
Morropón – Piura.**

**Br. MAX GUERRA TUME**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE BIÓLOGO**

**PIURA – PERÚ**

**2013**



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE CIENCIAS



### ACTA DE SUSTENTACION N° 020-2013-FC-UNP

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada " **DISTRIBUCIÓN DE CLASES DIAMÉTRICAS DE *Bursera graveolens* (Kunth) TRIANA & PLANCHON 1872 BURSERACEAE " PALO SANTO " EN EL CERRO " GARABO " MORROPÓN - PIURA** ", presentado por el señor Bachiller **MAX GUERRA TUME**, oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, lo declaran:

**APROBADO (X)**

**DESAPROBADO ( )**

Con la mención de :

BUENO

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**.

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**; después que el sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 08 de abril de 2013.

  
Blg°. **RONALD WILMER MARCIAL RAMOS, M. Sc.**  
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

  
Blg°. **SANTIAGO CORONEL CHÁVEZ, M. Sc.**  
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS

  
Blg°. **JUAN AGAPITO MARTÍNEZ MENDOZA, M. Sc.**  
VOCAL DE JURADO DE TESIS

---

Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla  
TELF.: (073) 340839 - 343181 anexo 259 Fax (51)(73) 343181 - 342855  
PIURA - PERÚ

## DEDICATORIA

*Indiscutiblemente le dedico este trabajo de investigación a nuestro Padre Dios; por darme fortaleza, fe, esperanza y luz para culminar mi carrera profesional.*

*Dedicado también a mis grandiosos y extraordinarios padres: Jesús Tume Fiestas y Jorge Guerra Moscol, por su lealtad, amistad y apoyo incondicional, al ser ambos el motivo de mi superación constante. Los amo.*

*También a mis hermanos Eileen y Jorge Andrés Guerra Tume, porque forman parte de mi caminar por la vida junto a mi angelita Hilda Guerra Tume.*

*Max Guerra Tume*

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera muy especial un agradecimiento a mi asesor el Blgo. Manuel Charcape Ravelo, Dr. así como también a mi co-asesor el M.Sc. César Lautaro Chávez Villavicencio por su constante apoyo, que con sus valiosos aportes técnicos y dirección de mi trabajo han hecho posible mi profesionalización.

A mi gran amigo César Emilio Leonidas Huamán Delgado por su apoyo incondicional en la ejecución de este proyecto, por mostrarme esa verdadera amistad.

A la Gerente Regional de Recursos Naturales y Gestión de Medio Ambiente, Ing. Cristina Portocarrero Lau y al Blgo. José Landauro Ponte por la autorización correspondiente para la ejecución del proyecto dentro del Área de Conservación Regional Bosque Seco Salitral - Huarmaca.

Al señor Segundo Felipe Tineo Zeña, presidente de la asociación de pequeños ganaderos y agricultores de la Rinconada Garabo, Serrán, Salitral-Morropón, que fue facilitador para el ingreso a la rinconada “Garabo”.

A mi amigo Adam Smith Castillo Carrasco, sus padres Segundo Castillo y Mercedes Carrasco por su gentil hospitalidad en el pueblo de Serrán.

Finalmente a todos mis familiares y amigos que siempre me han mostrado ese apoyo incondicional.

# INDICE GENERAL

Sección	Página
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de figuras.....	vi
Índice de cuadros.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	4
2.1 Descripción de la zona de estudio.....	4
2.1.1. Ubicación y Área de estudio.....	4
2.1.2. Ubicación de los transectos.....	5
2.2. Descripción de la especie.....	6
2.2.1. Clasificación científica del palo santo:.....	6
2.2.2. Características generales de la especie.....	7

2.3. Método de estudio: .....	9
2.3.1. Diseño del muestreo .....	9
2.3.2. Tamaño de la muestra: Número de transectos a evaluar.....	10
2.3.3. Forma y tamaño de los transectos .....	11
2.3.4. Instalación y marcación de transectos .....	12
2.3.5. Medición del DAP:.....	13
2.3.6. Procesamiento de datos y trabajo de gabinete. ....	17
III. RESULTADOS .....	18
3.1 Tamaño de la muestra: Número de transectos a evaluar.....	18
3.2 Elaboración de la tabla de distribución de frecuencias. ....	20
IV. DISCUSION.....	27
V. CONCLUSIONES .....	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
VIII. ANEXOS.....	31

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación del cerro “Garabo”, Morropón - Piura.	4
2. Ubicación de los transectos en el cerro “Garabo”, Morropón - Piura	5
3. Árbol de <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planchon BURSERACEAE 1872 “palo santo”	6
4. Corteza de palo santo	8
5. <i>B. graveolens</i> "palo santo" en el cerro “Garabo”, Morropón-Piura	9
6. Diseño de un transecto	11
7 - 8. Marcado del inicio (0 metros) y final del transecto (100 metros)	12
09. Georeferenciación de individuos de “palo santo” utilizando el GPS map 60 Garmin.	13
10. Marcaje de cada árbol con cinta de agua color rojo, colocando su respectiva numeración	13
11. Medición de la longitud de la circunferencia del fuste de <i>B. graveolens</i> “palo santo”.	14
12. Definición de la altura de medición del DAP	15
13. Ubicación de individuos de palo santo en un transecto	16
14. Medición de la longitud de la circunferencia de palo santo al encontrar árboles bifurcados bajo 1,3 m de altura en el fuste	16

15. Histograma de distribución normal por clase diamétrica de <i>B. graveolens</i> “palo santo” en el cerro “Garabo”	21
16. Histograma de distribución por clase diamétrica de <i>B. graveolens</i> “palo santo” en el cerro “Garabo”	22
17. Distribución del diámetro a la altura de pecho (DAP) por clase diámetrica de <i>B. graveolens</i> “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón – Piura	23
18. Diagrama de dispersión del número de individuos de <i>B. graveolens</i> “palo santo” con respecto al DAP.	24
19. Densidad poblacional por clase diámetrica de <i>B. graveolens</i> “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón – Piura	25
20. Distribución altitudinal de <i>B. graveolens</i> “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón – Piura.	26



## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Clasificación científica del palo santo	6
2. Muestra de la densidad poblacional de <i>Bursera graveolens</i> “palo santo” en el cerro “Garabo	18
3. Datos estadísticos para la aplicación del tamaño de la muestra	18
4. Datos para la determinación de las clases diamétricas de <i>B. graveolens</i> “palo santo”	19
5. Distribución de frecuencias de <i>B. graveolens</i> “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón – Piura	20
6. Análisis estadístico	20
7. Evaluación forestal de <i>B. graveolens</i> “palo santo” en el lado occidental del cerro “Garabo”	36

## RESUMEN

Se realizó el estudio de la distribución por clase diamétrica de *Bursera graveolens* “palo santo” dentro del Área de Conservación Regional Salitral – Huarmaca, provincia de Morropón, en el cerro “Garabo”, aplicando el método del transecto (Gentry,1995), con una longitud de 100 m. y un ancho de banda de 10 m., abarcando un área de 0,1 hectáreas. Se marcaron 14 transectos en el lado occidental del cerro “Garabo” cuya área tuvo una extensión aproximada de 289,23 hectáreas en un rango altitudinal de 200 a 700 m.s.n.m. Se calculó el diámetro a la altura de pecho (DAP) de cada uno de los individuos encontrados, se elaboró una tabla de distribución de frecuencias y el histograma para establecer la curva de distribución. Se estimó una densidad poblacional de 357 árboles ha<sup>-1</sup> y se establecieron 10 clases diamétricas, observando la mayor densidad con 110 árboles ha<sup>-1</sup> en un DAP de 11 a 17 centímetros. La curva de distribución tuvo la tendencia a una J-invertida, disminuyendo el número de árboles conforme aumentaba el diámetro infiriendo que el desarrollo del palo santo fue sometido a ciertas perturbaciones.

Palabras claves: dasometría, diámetro fustal, Bursera.

## ABSTRACT

A study of the distribution by diameter class of *Bursera graveolens* "rosewood" within the Conservation Area Regional Salitral - Huarmaca, Morropón province, on the "Garabo's" hill, applying the transect method (Gentry, 1995), with a length of 100 m. and a bandwidth of 10 m., covering an area of 0.1 hectares. 14 transects were marked on the western side of the "Garabo's" hill. The study area had an extension of approximately 289,23 hectares and has an altitude range of 200 to 700 m.a.s.l. Diameter at breast height (DBH) was calculated of each of the individuals found, developed a frequency distribution table and histogram to establish the distribution curve. The population density was estimated to 357 trees  $\text{ha}^{-1}$  and was established 10 diameter classes, observing the highest density of 110 trees  $\text{ha}^{-1}$  in a DBH 11 to 17 centimeters. The distribution curve tended to a J-reversed, reducing the number of trees with increasing the diameter inferring that rosewood development was subject to such disturbances.

Keywords: dasometry, fustal diameter, *Bursera*.

## INTRODUCCION

Los 73,3 millones de hectáreas de bosques naturales en el Perú son fuente de biodiversidad, medicinas, alimentos, aire y agua. Esto se refleja en una amplia variedad de tipos de bosques, de los cuales el 95,06% se encuentran en la región selva, 4,41% en la costa y 0,53% en la sierra; ubicando a nuestro país en el segundo lugar en extensión de bosques naturales a nivel de América Latina y en el noveno lugar a nivel mundial (MINAM & MINAG, 2011).

Los bosques secos de la costa norte del Perú poseen una extensión de 3,24 millones de hectáreas (MINAM & MINAG, 2011). Esta región está fuertemente influenciada por el evento ENSO (El Niño Southern Oscillation – El Niño Oscilación Sur) que es un factor importante en los procesos de regeneración de este tipo de bosques (Holmgren *et al*, 2006; Richter e Ise, 2005, en La Torre & Linares, 2008).

La región Piura alberga una extensión de 2,54 millones de hectáreas de bosques estacionalmente secos, ocupando el 71,13% de la superficie territorial (Otivo, 2008). A pesar de la baja productividad de madera de estos bosques, el hombre ha centrado su principal actividad para la obtención de leña, medicina tradicional, resinas, carbón, entre otros beneficios, que por ende reduce la capacidad de autoregeneración y estabilidad del ecosistema, por lo tanto acelera la disminución de grandes extensiones de dichos bosques.

El caserío de Serrán, ubicado en la provincia de Morropón, es un pueblo privilegiado que alberga tres cerros: Pasmarán, Garabo y Serrán, que ofrecen el sustento diario para la población y son el hábitat perfecto para muchos animales y plantas (SWISCONTACT, 2010).

Serrán forma parte de la recién creada Área de Conservación Regional Salitral-Huarmaca cuyo objetivo general es conservar las poblaciones de la “pava aliblanca” *Penelope albipennis* y una muestra representativa de los bosques secos de colina y montaña del departamento de Piura, garantizando el uso sustentable de los recursos tanto de flora y fauna. Según el Decreto Supremo N° 019-2011-MINAM, dentro de las especies forestales a conservar y manejar, propias del bosque seco son *Bursera graveolens* “palo santo”, *Loxopterigum huasango* “hualtaco”, *Cochlospermum vitifolium* “polo polo” y *Acacia macracantha* “faique”, consideradas como especies amenazadas; mientras que en el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, se categoriza al palo santo como una especie en peligro crítico. *Bursera graveolens* crece en bordes de quebradas, montañas bajas y medias de las costas ecuatorianas y peruanas, presentando una distribución altitudinal que va desde 0 hasta los 1 300 msnm (Manzano, 2007).

La actividad silvicultural, propia del caserío de Serrán, obliga a que se tomen dichos recursos del bosque, y el cerro “Garabo” no es ajena a esta situación. Entre los años 1995 al 2003 las regiones de Piura y Tumbes explotaban al palo santo para la confección de cajones para mango, que luego eran transportados hacia la ciudad de Sullana, San Lorenzo y Chulucanas para su comercialización. Tal es así que surge el interés por analizar cuál es el estado actual de una de estas especies multipropósitos como lo es *B. graveolens* “palo santo”, perteneciente a la familia Burseraceae, también usada desde épocas remotas como sudorífico y para aliviar dolores estomacales. Además, es conocida en nuestro medio por su uso popular al utilizar su madera seca y quemarla, exude un aroma cítrico que funciona como sahumerio y para espantar mosquitos, así como para la obtención de su aceite esencial para la elaboración de perfumes en el ámbito industrial (Manzano, 2007).

A través de datos cuantificables y medibles se puede conocer la estructura diamétrica de la población, que constituye una de las consideraciones básicas para un manejo adecuado de este recurso (Lamprecht, 1990 en Villa & Ramírez, 2005). Este conocimiento se basa en la medición del diámetro a la altura de pecho

(DAP), que consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia. Esta medida sirve para calcular el área basal y el volumen maderable del tronco y por ende la biomasa de los árboles (MINAM, 2011).

Por tanto, la distribución de una clase diamétrica de cualquier especie forestal se define como la relación entre el diámetro a la altura de pecho y su frecuencia respectiva en un bosque, referido a un área determinada. Los primeros estudios numéricos sobre este tipo de distribución fueron realizados en los bosques de Francia comenzando el análisis con la construcción de un histograma que muestra el número de árboles por clase diamétrica (Araujo e Iturre, 2006). Posteriormente ha sido un mecanismo útil y muy utilizado, debido a que se ha tornado una herramienta fácil de medir para comprender la estructura y composición de un bosque (DFF, 2006).

Este agrupamiento por clases diamétricas cumple un rol importante en el inicio de la solución para muchos problemas en los planes de manejo forestal (Lema, 2003 citado por Villa & Ramírez, 2005). Del mismo modo ha sido utilizada para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales, su relación con los factores ambientales y su respuesta a diversos tipos de gestión (Ajbilou *et al*, 2003).

*B. graveolens* “palo santo”, especie propia de los bosques estacionalmente secos, ha sido vulnerable a una tala indiscriminada que alteró el ecosistema hace décadas debido a su uso directo y que actualmente se ha convertido en una especie en peligro crítico. De ahí nace la importancia de saber cómo se distribuye diametralmente la población de palo santo para que sea el sustento de un plan de manejo forestal enfocado a determinar el estado actual de la especie en el cerro “Garabo”.

El objetivo de la tesis fue determinar la distribución por clases diamétricas de *B. graveolens* “palo santo” en el cerro Garabo, Morropón – Piura.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Descripción de la zona de estudio:

El cerro “Garabo” presenta una pendiente pronunciada de 25 a 50% y de suelo pedregoso y accidentado. (La Torre y Linares, 2008)

#### 2.1.1 Ubicación y Área de estudio

Con una superficie de 1393,04 ha., el cerro “Garabo” se ubica en el Caserío de Serrán, distrito de Salitral, Provincia de Morropón, Departamento de Piura (Fig. 01).

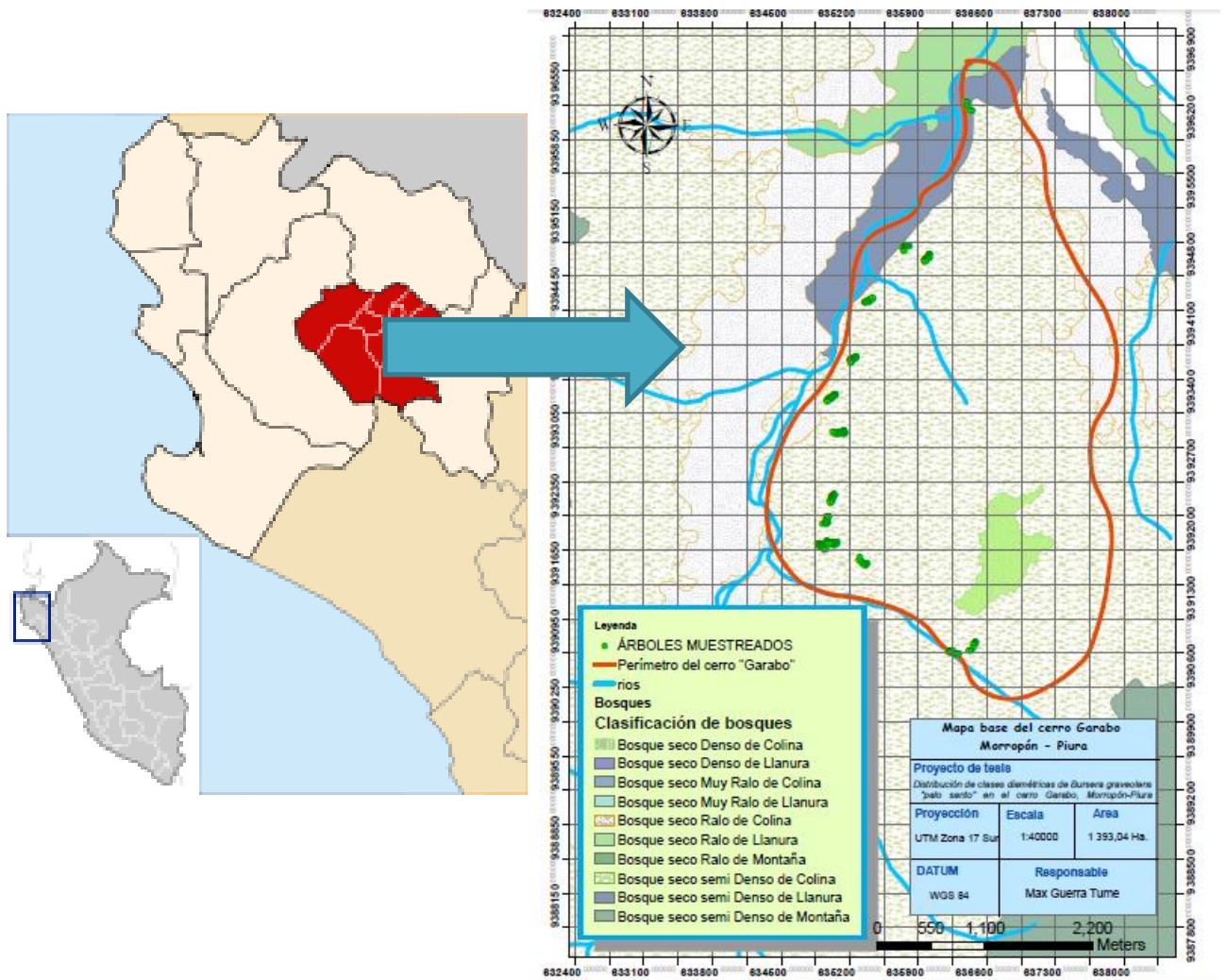


Figura 01. Ubicación del cerro “Garabo”, Morropón – Piura (Mapa Forestal, 2002).



## 2.1.2 Ubicación de los transectos

Sólo se tomaron transectos ubicados al lado occidental del mapa base del cerro “Garabo” con un área de 289,23 ha (Fig. 02).

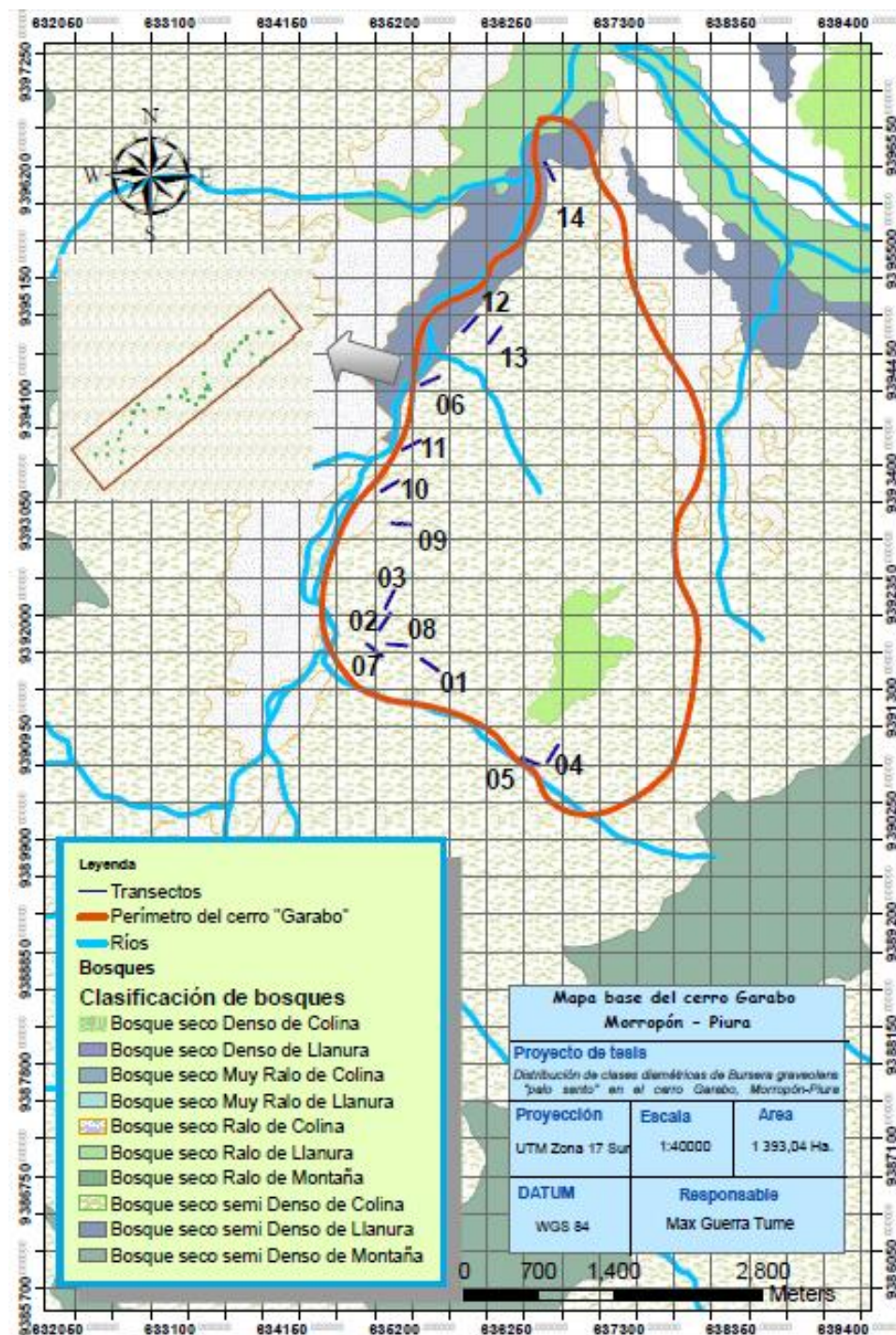


Figura 02. Ubicación de los transectos en el cerro “Garabo”, Morropón - Piura (Mapa Forestal, 2002).



## 2.2. Descripción de la especie

### 2.2.1. Cuadro 01. Clasificación científica de *B. graveolens*:

Reino	Plantae
Orden	Sapindales
Familia	Burseraceae
Género	Bursera
Especie	<i>Bursera graveolens</i>
Nombre común	Palo santo



Figura 03. Árbol de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planchon 1872 “palo santo”.

### 2.2.2. Características generales de *B. graveolens*

**Distribución de la especie:** Es una especie que habita en América del Sur, en la Región del Gran Chaco (norte de Argentina, Paraguay, Bolivia y Brasil). También es común en la costa de Ecuador y en la costa norte del Perú. En el Perú se le encuentra en Ecorregiones de la Costa y la serranía Esteparia, con una distribución altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm.; ecológicamente confinada a bosques estacionalmente secos; se distribuye en los departamentos de Cajamarca, Lambayeque, Piura y Tumbes.

**Descripción botánica:** El desarrollo del árbol está en función de la calidad de sitio y los diferentes factores ambientales que interactúan entre él y el medio que lo rodea, debiendo para ello tener todas las condiciones favorables para llegar a tener alturas de hasta 15 metros, con copa de hasta 12 metros de diámetro. Su fuste o tronco puede medir hasta 80 centímetros de diámetro, con altura comercial de hasta 6 metros), de forma cilíndrico de color grisáceo, pardo y cenizo, siempre se ha observado fustes de forma regular o en excepciones irregulares con perturbaciones, grietas y ranuras.

Presenta unas raíces bien desarrolladas, teniendo la capacidad de establecerse en todo tipo de suelos, sean estos: con pedregosidad, rocoso, arenosos, suelos sueltos y ligeros con limo, arena y arcilla.

Su corteza externa lisa presenta protuberancias que se forman a través del tiempo. Al observar la corteza en la parte externa se ve lisa y fisurado, presentando un color morado-grisáceo a pardo-ceniza. Al realizársele un pequeño corte (incisión) empieza a exudar un líquido (resina) con olor muy agradable característico de la especie (aromático) penetrante, inmediatamente la resina presenta de un color blanco y amarillento (Fig. 04).



Figura 04. Corteza de palo santo

#### **Diferentes usos:**

**Usos maderables:** La madera es semidura, de textura media, de color blanco – cremoso. El palo santo, por ser una madera con aroma muy apreciable, es la más buscada y utilizada para la confección de cajones de frutas, mango principalmente, dado que la fruta al transportarlo en cajones de esta especie su aroma es penetrante y hacen que esta fruta sea más agradable, en cuanto a su sabor, olor y textura. Las astillas de la madera seca son comercializadas por su demanda como incienso en las Iglesias o ceremonias religiosas, así como también se usa para repeler la presencia de zancudos.

**No maderables:** Tanto la corteza, madera, hojas, flores y frutos expiden un aroma balsámico que al ser sometidas al fuego desprenden esos aromas, por lo que se utiliza para los zancudos.

Su resina se usa para tratamiento de dolores musculares, articulares y reumatismo. Del mismo modo se producen perfumes y óleos a través de su aceite esencial.

Especie descrita en base a información de Manzano (2007) y Puescas (2011).



## 2.3. Método de estudio:

### 2.3.1. Diseño del muestreo

Dadas las características del cerro “Garabo” y el tipo de investigación, el diseño aleatorio simple fue el que mejor se adaptó, donde la muestra se tomó directamente de la población de acuerdo a los requisitos de aleatoriedad. Los muestreos se realizaron en los meses de Setiembre a Diciembre del 2012. Se dividió el lado occidental del mapa base en pequeños cuadrantes enumerados del 1 al 19 debidamente georeferenciados. Posteriormente se eligieron 5 cuadrantes al azar y se marcaron los 5 transectos para realizar el muestreo piloto.



Figura 05. *B. graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón-Piura.

### 2.3.2. Tamaño de la muestra: Número de transectos a evaluar

El tamaño de la muestra se obtuvo haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2(CV)^2}{E^2}$$

n = número de unidades muestrales.

$t^2$  = valor de t de student

CV = Coeficiente de variación

$E^2$  = error de muestreo (10% de error)

Los datos de  $t^2$ , CV y E se obtuvieron a partir del muestreo piloto aleatorio en base a la densidad poblacional del palo santo, que tuvo como punto partida un tamaño de muestra de 5 transectos.

### 2.3.3. Forma y tamaño de los transectos

Se utilizó el método del transecto (Gentry, 1995 en Mostacedo & Fredericksen, 2000) que es un rectángulo situado en el área de estudio para medir los parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede variar y depende del grupo de plantas a medirse. Por ejemplo, Gentry (1995) aplicó los transectos de 2x50 m para medir árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor a 2.5 cm, mientras que en esta investigación se tomaron transectos de 10 x 100 m y se midieron todos los árboles con DAP mayor o igual a 4 cm.

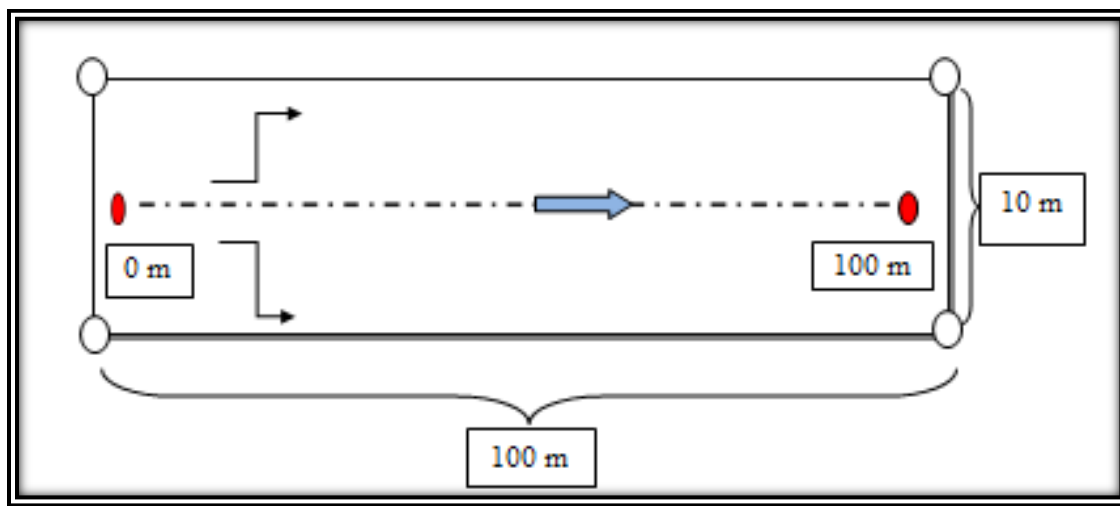


Figura 06. Diseño de un transecto

La dirección del transecto estuvo en función a las características del cerro “Garabo” (pendiente, presencia de quebradas, etc.) la cual fue longitudinal o transversal.

#### 2.3.4. Instalación y marcación de transectos

Una vez georeferenciado cada transecto, se marcaron con estacas al inicio y al final, y en cada estaca se colocó el número del transecto con pintura de color rojo (Fig. 07 y 08), indicando además el inicio o final de dicho transecto, marcando el metraje correspondiente (0 ó 100 metros) y se midieron 5 metros a cada lado de la estaca y se le colocaron más estacas de referencia. Dichas coordenadas UTM (Zona 17, Datum WGS 84) fueron anotadas en la hoja de datos prediseñada (Cuadro 07)



Figura 07



Figura 08

Figuras 07 y 08. Marcado del inicio (0 metros) y final del transecto (100 metros)



### 2.3.5. Medición del DAP:

Se georeferenciaron todos los individuos de palo santo con el fuste mayor a 4 cm de longitud presentes en cada transecto, empezando por el punto cero, a través del GPS map 60 Garmin, éstos se registraron en una hoja de datos prediseñada (Cuadro 07) y para cada árbol se marcó con una cinta de agua de color rojo y se rotuló debidamente con plumón indeleble negro, empezando por 001 a 00n individuos. Se registraron todas las observaciones presentes en los muestreos.



Figura 09

Figura 09. Georeferenciación de cada individuo de “palo santo” utilizando el GPS map 60 Garmin

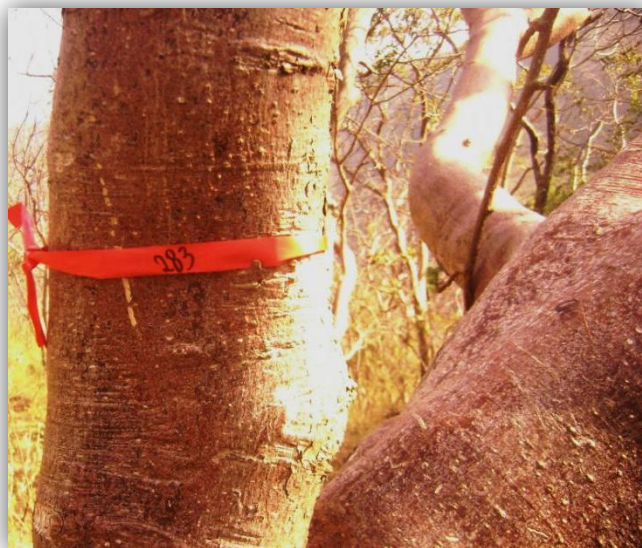


Figura 10

Figura 10. Marcaje de cada árbol con cinta de agua color rojo, colocando su respectiva numeración



Se tomó la longitud de la circunferencia del fuste con una cinta métrica. Según Cancino (2006) en árboles normales, rectos y en terreno plano, el DAP se midió a 1,30 m del suelo (Fig. 11 y 12a).



Figura 11

Figura 11. Medición de la longitud de la circunferencia del fuste de *B. graveolens* “palo santo”.

La altura de medición puede variar por la presencia de anomalías, como bifurcaciones, contrafuertes basales u otros defectos en el fuste, o por la inclinación del fuste o la pendiente del terreno.

En árboles bifurcados a una altura menor de 1,30 m, cada tronco del árbol se midió y consideró como un individuo (Fig. 12b); cuando la bifurcación se presentó a una altura mayor a 1,30 m, se realizó sólo una medición y se asumió que el árbol tiene un fuste único (Fig. 12c).

En árboles con defectos a la altura de 1,30 m se realizaron dos mediciones, cada una a igual trayecto bajo y sobre la altura de 1,30 m, esto fue a una distancia  $a$ , siendo ésta suficiente para sobrepasar la zona de influencia del defecto (Fig. 12d). En árboles inclinados, la altura de medición se fijó por el lado hacia donde se inclinó el fuste (Fig. 12e). En terreno con pendiente, la altura de medición se fijó por el lado más alto de esta (Fig. 12f).

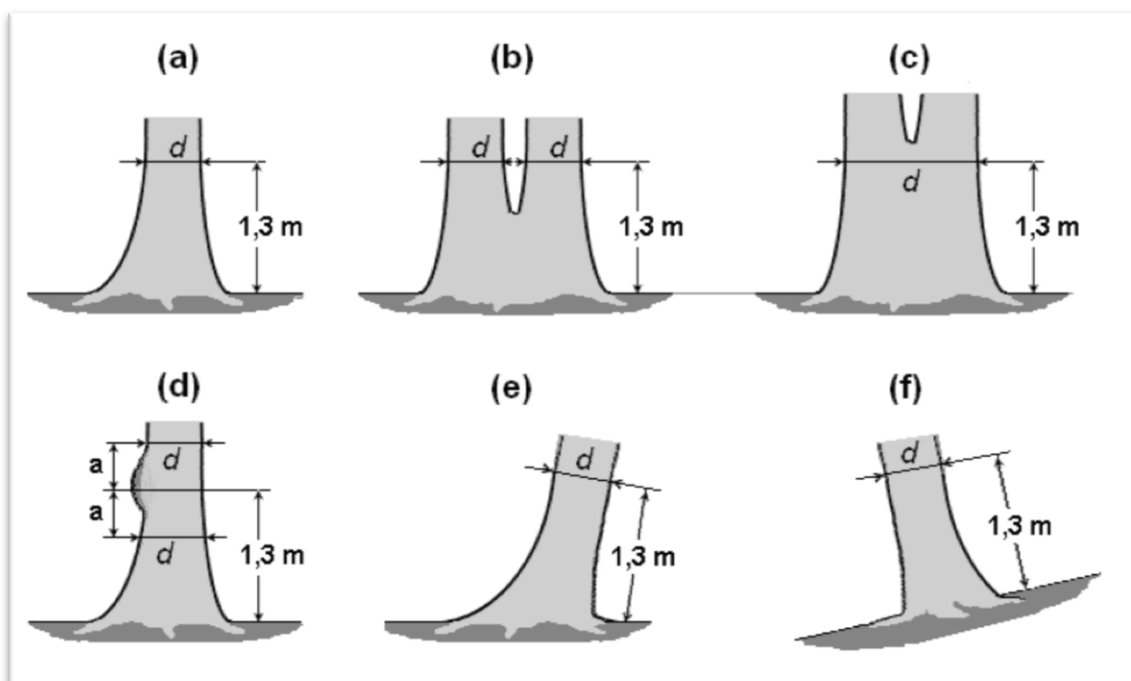


Figura 12. Definición de la altura de medición del DAP en (a) árboles rectos, normales y terreno plano; (b) árboles bifurcados bajo 1,3 m de altura en el fuste; (c) sobre árboles bifurcados sobre 1,3 m; (d) árboles con defecto a la altura de 1,3 m; (e) árboles inclinados; (f) en terreno con pendiente.

En casos particulares, el árbol ubicado en el límite del transecto, se incluyó siempre y cuando la mitad o más de su tronco estaba dentro del transecto (B) (Fig. 13).

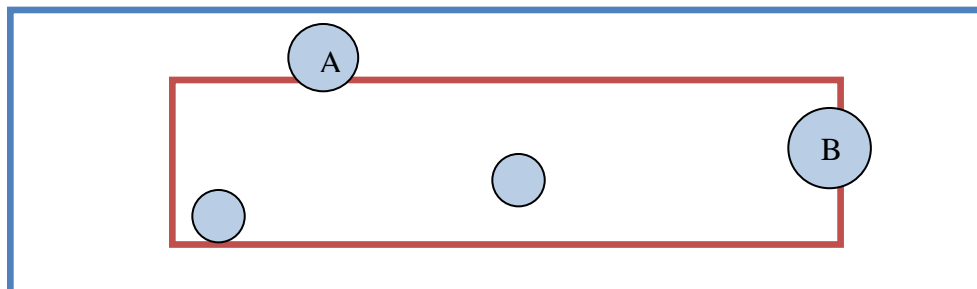


Figura 13. Ubicación de individuos de palo santo en un transecto.

El árbol vivo caído, cuya raíz se encontraba dentro del transecto, pero su tallo y follaje estaban fuera del mismo, se incluyó. Por el contrario, si su tallo y follaje estaban dentro del transecto, pero no su raíz, entonces no se tomó en cuenta.



Figura 14

Figuras 14. Medición de la longitud de la circunferencia de palo santo al encontrar árboles bifurcados bajo 1,3 m de altura en el fuste.

### 2.3.6. Procesamiento de datos y trabajo de gabinete.

Se creó una plantilla en Microsoft Excel, en la que se consignó la información obtenida en campo, es decir la longitud de la circunferencia que fue transformada en el diámetro propiamente dicho en centímetros, aplicando la siguiente fórmula:

$$DAP = \frac{L}{\pi}$$

Para la determinación de las clases diamétricas se utilizaron las siguientes fórmulas:

- Rango(R):

$$R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}$$

- Amplitud de clase (C):

$$C = \frac{R}{K}$$

- Número de intervalos según la regla de Sturges (1926) acerca del número de clases que deben considerar al elaborarse un histograma (K):

$$K = 1 + 3,33 \log(n)$$

Donde n: número de datos.

Posteriormente para la elaboración tanto de la curva de distribución normal a través de un histograma por clase diamétrica como el diagrama de dispersión del número de individuos de *B. graveolens*, se utilizó el software STATISTICA y se procesaron los datos.

## RESULTADOS

### 3.1 Tamaño de la muestra: Número de transectos a evaluar

Cuadro 02. Muestra de la densidad poblacional de *B. graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo”

N° de Transecto	N° de individuos	Densidad (árbol. ha <sup>-1</sup> )
<b>n<sub>1</sub></b>	42	420
<b>n<sub>2</sub></b>	37	370
<b>n<sub>3</sub></b>	31	310
<b>n<sub>4</sub></b>	41	410
<b>n<sub>5</sub></b>	32	320

Dónde:

n = transecto (0,1 ha)

Árbol. ha<sup>-1</sup> = árbol por hectárea

Cuadro 03. Datos estadísticos para la aplicación del tamaño de la muestra

Datos	Resultados
<b>Promedio de la densidad</b>	366,0 árb.ha <sup>-1</sup>
<b>Desviación Estándar</b>	50,3 árb. ha <sup>-1</sup>
<b>Varianza</b>	2530.0
<b>Error estándar (e)</b>	22.5%
<b>Coeficiente de Variación (CV)</b>	13,7 %
<b>Error de muestreo (E)</b>	10%
<b>Grados de libertad</b>	9,0
<b>t de student (t)</b>	2,306
<b>N</b>	9,7

Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{t^2(CV)^2}{E^2} \qquad n = \frac{(2,306)^2(13,7)^2}{(10)^2}$$

Por lo tanto, para minimizar aún más el error de muestreo se realizaron un total de 14 transectos.

Cuadro 04. Datos para la determinación de las clases diamétricas de *B. graveolens* “palo santo”

DATOS	RESULTADOS
Máximo valor	75 cm.
Mínimo valor	4 cm.
Rango	71 cm.
Número de intervalos (K)	10
Amplitud de clase (C)	7.0
ERROR (E)	0

### 3.2 Elaboración de la tabla de distribución de frecuencias.

Cuadro 05. Distribución de frecuencias de *B. graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón – Piura.

Agrupación de clases diamétricas	Clase diamétrica (DAP cm.)	Y' <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>	h <sub>i</sub>	h <sub>i</sub> %	N <sub>i</sub>	H <sub>i</sub>	H <sub>i</sub> %	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )
I	4 - 11	7,5	88	0,176	17,6	88	0,176	17,6	63
	11 - 18	14,5	154	0,308	30,8	242	0,484	48,4	110
II	18 - 25	21,5	126	0,252	25,2	368	0,736	73,6	90
	25 - 32	28,5	60	0,120	12	428	0,856	85,6	43
III	32 - 39	35,5	36	0,072	7,2	464	0,928	92,8	26
	39 - 46	42,5	19	0,038	3,8	483	0,966	96,6	14
IV	46 - 53	49,5	9	0,018	1,8	492	0,984	98,4	6
	53 - 60	56,5	3	0,006	0,6	495	0,990	99	2
V	60 - 67	63,5	1	0,002	0,2	496	0,992	99,2	1
	67 - 75	71,5	4	0,008	0,8	500	1,000	100	3
	<b>TOTAL</b>		<b>500</b>						

Cuadro 06. Análisis estadístico:

Medidas de centralización		Resultados
Media		20 cm.
Mediana		18 cm.
Moda		16 cm

Medidas de variación		Resultados
Varianza		127,4 cm <sup>2</sup>
Desviación estándar		11,3 cm
Coefficiente de variación		56,3 %
Error estándar		0.5

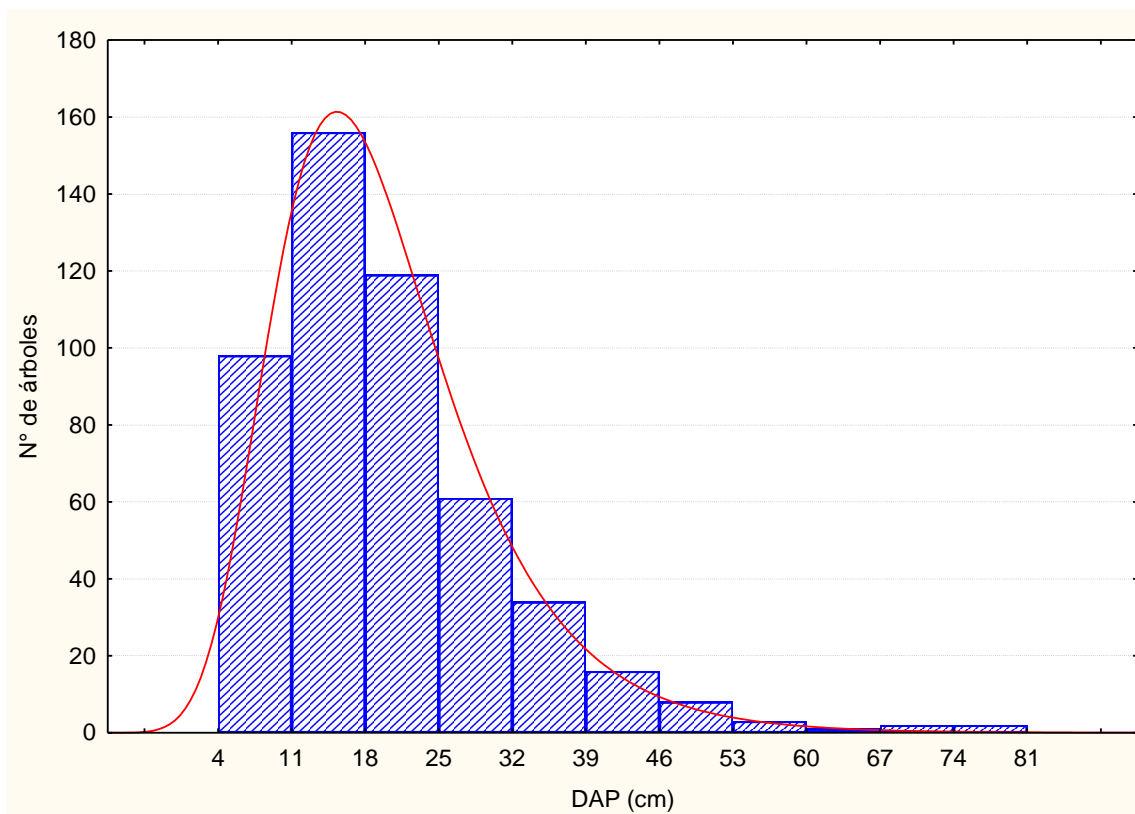


Figura 15. Histograma de distribución normal por clase diamétrica de *B. graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo”

En la Fig. 15 se observa la estructura de distribución por clase diamétrica de palo santo, en la cual se formaron 10 clases diamétricas, considerando una amplitud de clase de 7 centímetros. Según el cuadro 05, el mayor número de árboles observados corresponde al 30,8% (154 árboles) concentrados en la clase de 11 – 17 centímetros de diámetro, seguido de la clase 18 – 24 centímetros con un 25,2% (126 árboles) y finalmente la menor clase diamétrica de 67 – 75 centímetros con un 0,8% (4 árboles observados)



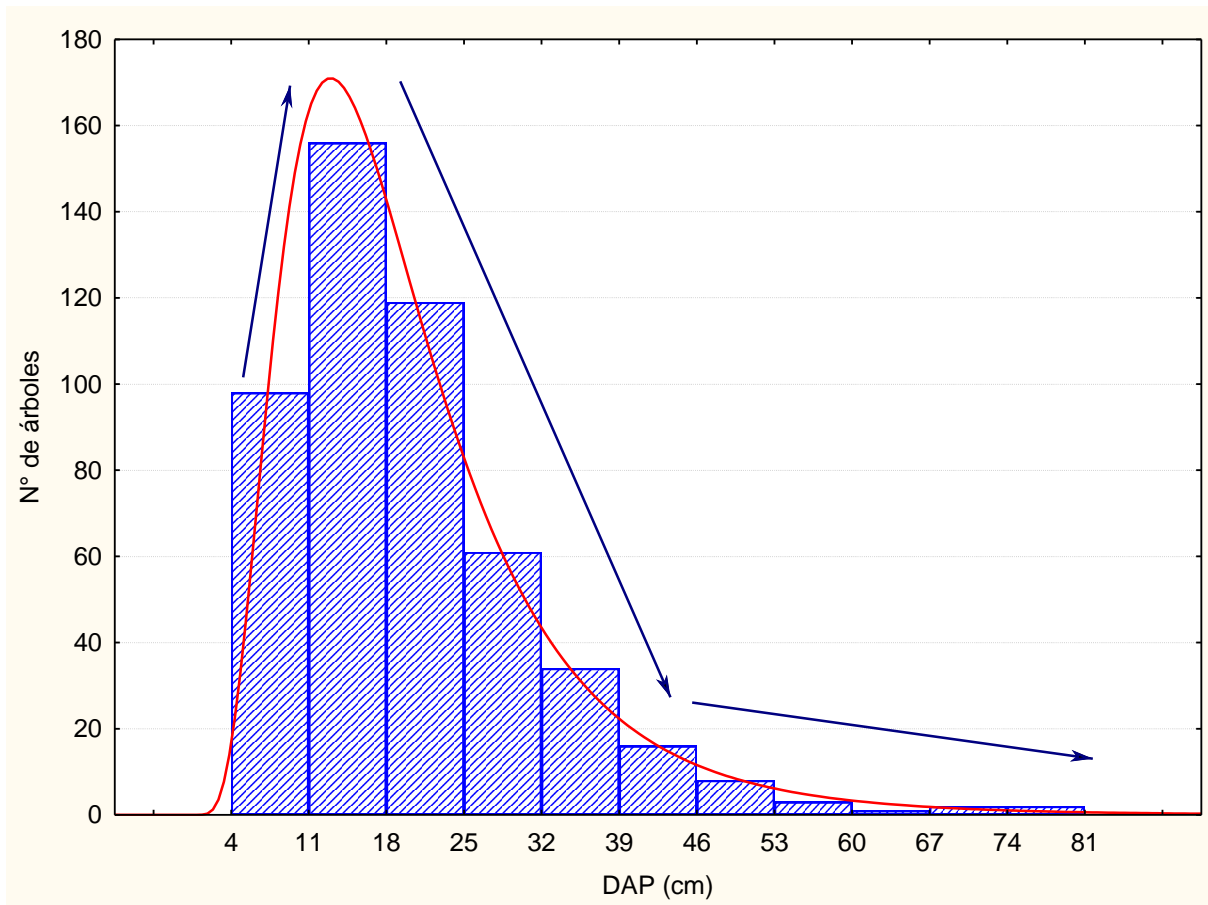


Figura 16. Histograma de distribución por clase diamétrica de *B. graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo”

En la Fig. 16 podemos observar la formación de la curva diferenciable con una tendencia a una “J” invertida, sin embargo se inicia con un incremento de la primera a la segunda clase diamétrica seguida de una caída hacia las demás clases diamétricas

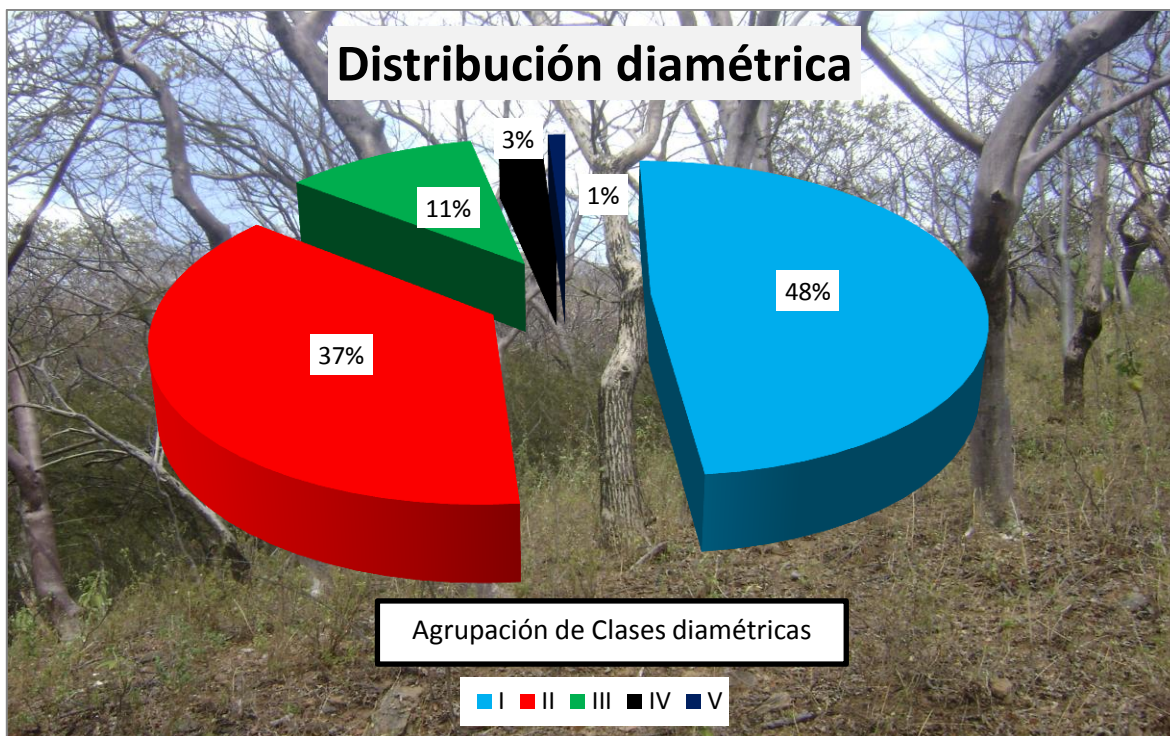


Figura 17. Distribución del diámetro a la altura de pecho (DAP) por agrupación de clase diámetro de *B. graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón – Piura.

El DAP promedio del palo santo en el cerro “Garabo” fue de 20 centímetros (Cuadro 06). El 50% de los árboles tuvieron un DAP menor a 18 centímetros, mientras que el otro 50% fueron mayores o iguales a dicho valor (Cuadro 06). En la Fig. 17 se observa un 48 % de árboles que presentan un DAP entre 4 y 17 centímetros, correspondiente a la agrupación diamétrica I; del mismo modo en la agrupación II existe un 37% de individuos de palo santo entre 18 y 31 centímetros de DAP, mientras que en los diámetros correspondientes entre 32 y 75 centímetros abarcan un 15 % del total de los árboles encontrados, integrando las agrupaciones diamétricas IV y V.

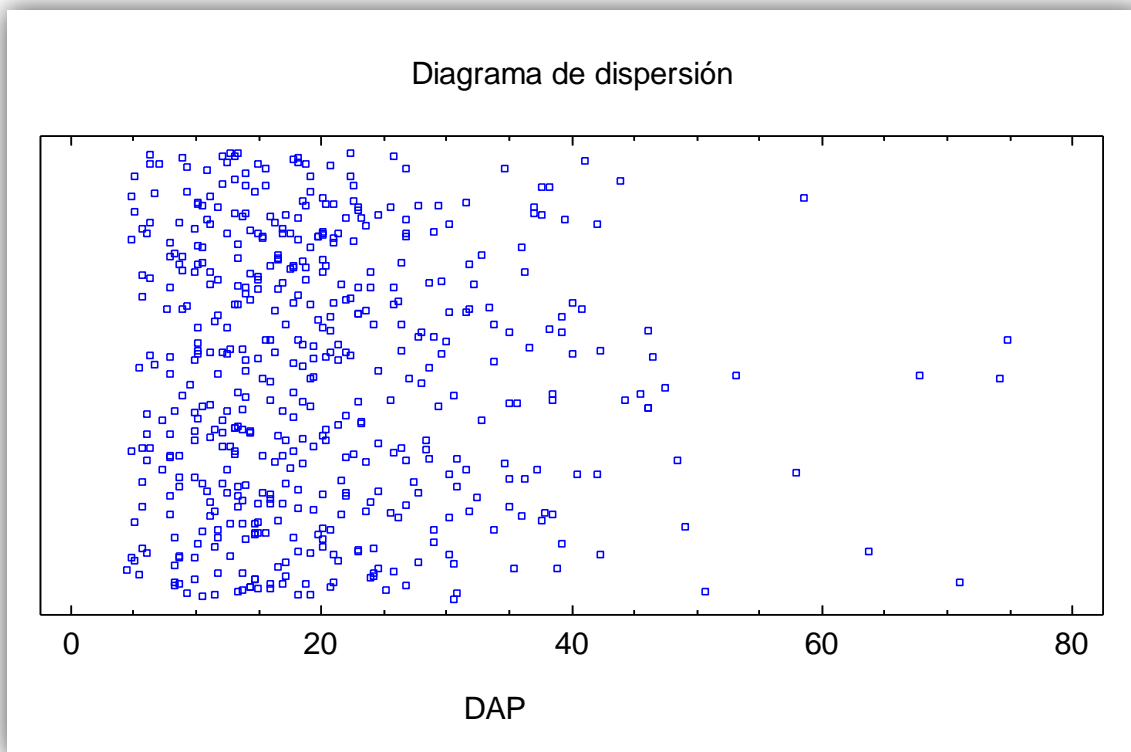


Figura 18. Diagrama de dispersión del número de individuos de *B. graveolens* “palo santo” con respecto al DAP.

Como se puede observar en el diagrama de dispersión de la Fig. 18, hay una mayor concentración de individuos de palo santo con diámetros menores, el cual se representa con un 48,4% de la población que presentan un diámetro comprendido entre 4 y 18 centímetros (Cuadro 05). A medida que aumenta el DAP disminuye el número de individuos.

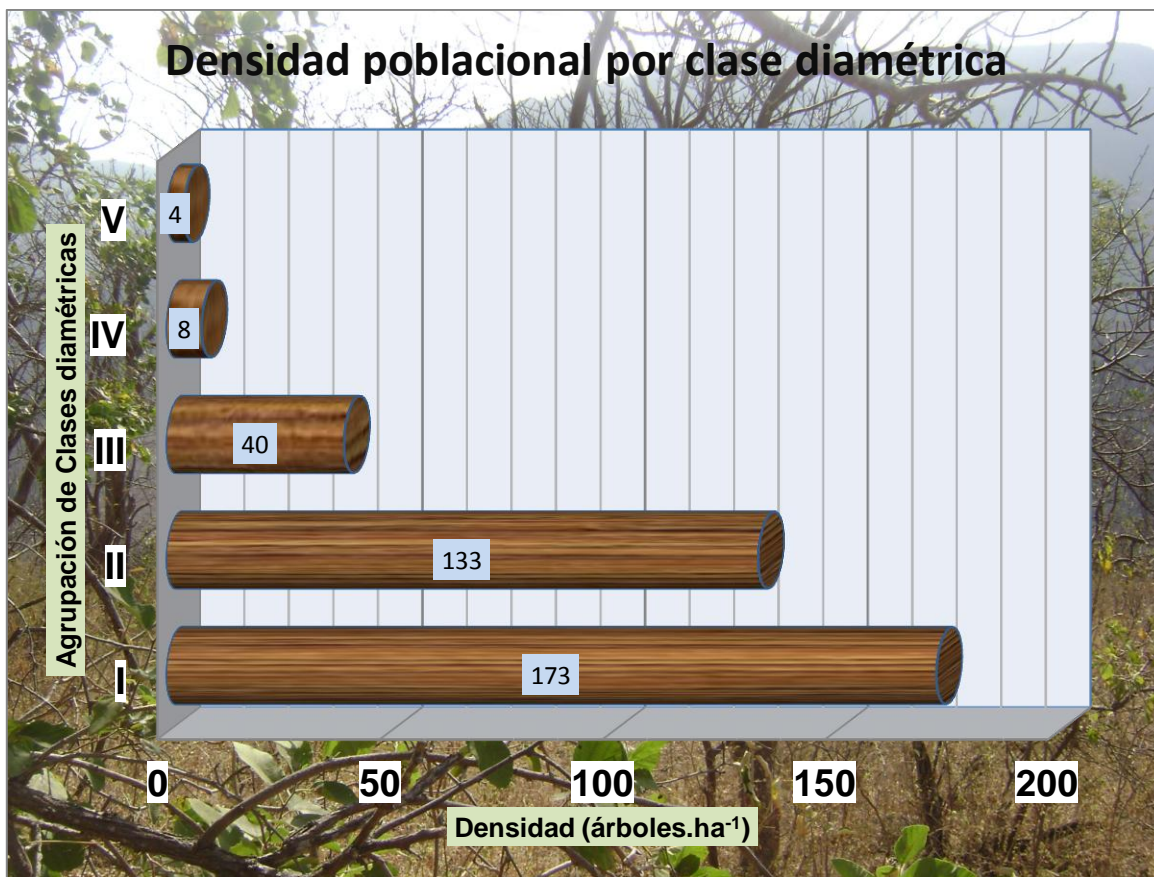


Figura 19. Densidad poblacional por clase diámetrica de *B. graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo”, Morropón – Piura.

La densidad poblacional de *B. graveolens* “palo santo” que se encontró en el cerro “Garabo” fue de 358 árboles por hectárea. Paralelamente en la Fig. 19 podemos observar 173 árboles de palo santo por hectárea con un DAP de 4 a 17 centímetros (Agrupación I), frente a 133 árboles ha<sup>-1</sup> con DAP de 18 a 31 centímetros, pertenecientes a la agrupación II. Ambas clases fueron las predominantes.



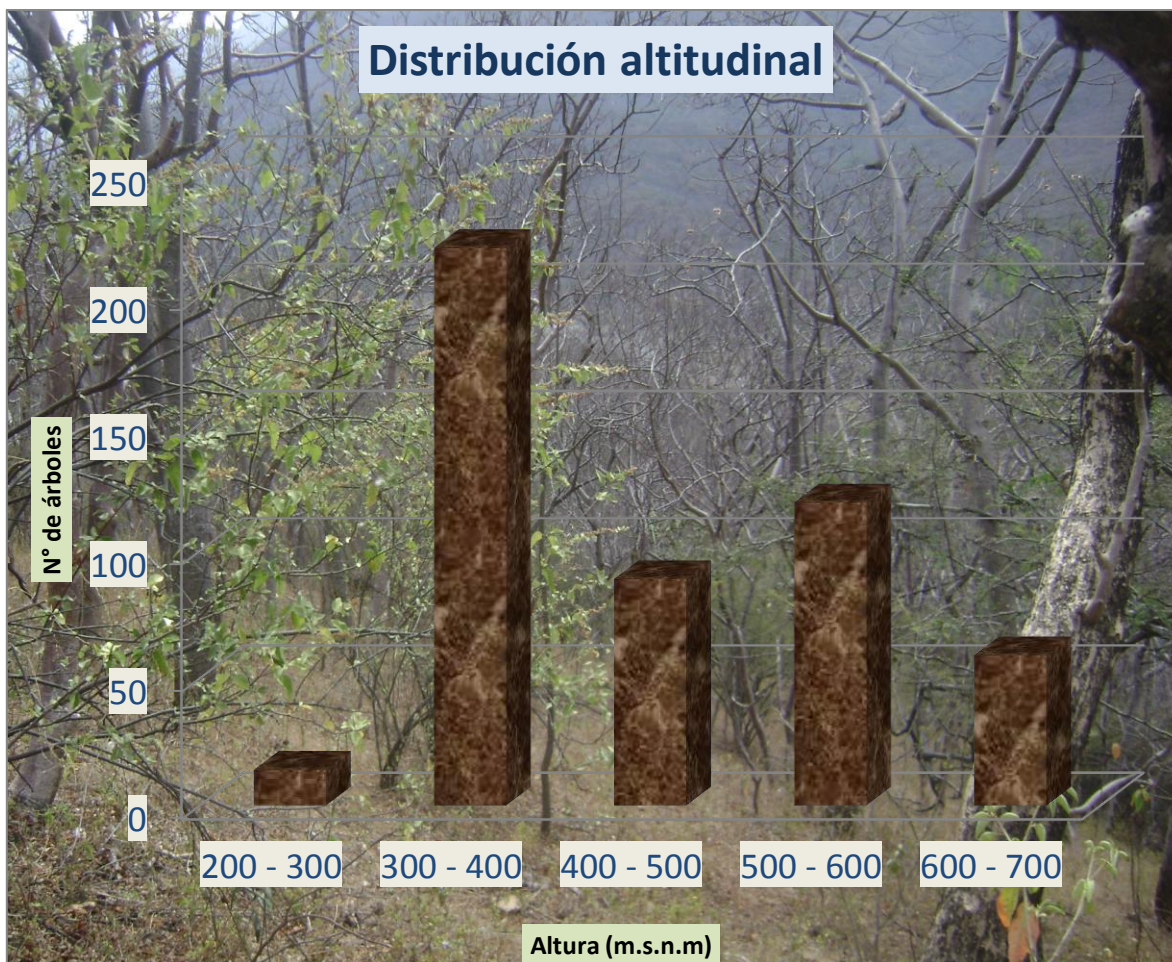


Figura 20. Distribución altitudinal de *B. graveolens* "palo santo" en el cerro "Garabo", Morropón – Piura.

Se puede observar en la Fig. 20 una distribución altitudinal de 200 a 700 m.s.n.m. con una mayor concentración de árboles entre 300 y 400 m.s.n.m. Cabe mencionar que el número de árboles de palo no solo depende de la distribución altitudinal sino también de la geografía del área, como son la pendiente, pedregosidad, presencia de quebradas entre otras.

## DISCUSION

Resulta de vital importancia reconocer que la presión humana sobre el bosque seco ha sido muy intensa en los últimos años en la región Piura y es posible encontrar especies de alto valor comercial, dentro de las cuales podemos citar a *Loxopterygium huasango* “hualtaco”, *Bursera graveolens* “palo santo” y *Cochlospermum vitifolium* “polo polo”( Aguirre *et al*, 2006), especies encontradas en el cerro “Garabo”, lo que puede atribuirse a varios factores como la producción de grandes cantidades de semilla, escaso impacto antrópico, lugares inaccesibles, entre otros. Al respecto, Rasal *et al* (2011) indica que los árboles de palo santo de mayor tamaño se encuentran en quebradas y peñascos de difícil acceso, lo cual se observó claramente en esta investigación. Adicionalmente la asociación de pequeños ganaderos y agricultores de la Rinconada “Garabo” en Salitral – Morropón, vienen desarrollando ciertas actividades de protección.

Según Perla y Torres (2008) afirman que cada población tiene su propia forma o función particular de distribución diamétrica. Cualquier tipo de bosque no alterado presenta la forma de una “J” invertida, es decir, el número de árboles va disminuyendo conforme aumenta el diámetro normal, por lo que aseguraría el reclutamiento y regeneración de la población (Taylor & Halpern, 1991 en Ajbilou *et al*, 2003). Esto se puede observar en la figura 16 que detalla la distribución por clase diamétrica con respecto a la frecuencia del número de árboles observados, en donde el primer intervalo de diámetros menores (4 a 10 centímetros) presentó 88 árboles, mientras que luego se incrementó en el segundo intervalo (de 11 a 17 centímetros) a 154, posteriormente empezó a decaer en los siguientes intervalos. Por lo que la curva no mantuvo la “J” invertida mencionada. Esto indica que el estado de desarrollo de *B. graveolens* “palo santo” ha sido sometido a perturbaciones anteriores tales como la tala para su uso popular al utilizar su madera para la elaboración de cajas de frutas, como sahumerio y el uso de su

aceite esencial en el ámbito industrial para la transformación en perfumes y óleos (Manzano, 2007).

Torres (1995) ha señalado diferentes procesos implicados en la disminución de la regeneración natural, como las fisiológicas que reducen la producción de semillas viables; las patológicas, por la acción de insectos y microorganismos; los factores ecológicos como el estado del suelo y la sequía prolongada; y por último, los factores antrópicos relacionados al uso directo del recurso. Dichos factores implicados se corroboraron al observar claramente que los pobladores de Serrán mantienen ganado dentro de la rinconada “Garabo”, del mismo modo manifestaron que hace 15 años muchos pobladores se dedicaban a la tala de especies comerciales como el “hualtaco” y el “palo santo”, vendidos para, la construcción de lanchas y la elaboración de cajas para las frutas (SWISCONTACT, 2010). Éste puede ser uno de los factores que se le atribuye a la perturbación de la distribución diamétrica del palo santo ligada a la regeneración natural mencionada, sin embargo hay una tendencia a la formación de la curva en forma de “J” invertida y esto se debe a que actualmente hay una explotación limitada de leña, utilizándose sólo las ramas o árboles secos, fomentando el control por parte de la población.

Según Manzano (2007) *B. graveolens* crece en bordes de quebradas, montañas bajas y medias de las costas ecuatorianas y peruanas, presentando una distribución altitudinal correspondiente entre los 0 y los 1 500 m.s.n.m (Aguirre *et al*, 2006). Del mismo modo se realizó un trabajo sobre la composición de los bosques secos en la región Piura encontrando palo santo en un rango de 350 a 1350 msnm. Se comprueba dicha afirmación debido a que el rango altitudinal en este estudio fue de 200 a 700 msnm, el cual se encuentra dentro del descrito por los autores. Así como también el palo santo, especie propia de los bosques estacionalmente secos, encuentra las condiciones necesarias en el cerro “Garabo” para su crecimiento, tales como una pendiente pronunciada entre 25 y 50% y de suelo pedregosos.

En recientes estudios realizados con *B. graveolens* en bosques estacionalmente secos de la Región Piura, se encontró un DAP promedio de 29 centímetros en el BES La Menta perteneciente al distrito de Las Lomas mientras que en el distrito de Sapollica, provincia Ayabaca, el promedio fue de 22 centímetros (Rasal *et al*, 2011); valores muy cercanos a los encontrados en el cerro “Garabo” el cual se obtuvo un DAP promedio de 20 centímetros. Según Puescas (2003) el tronco del palo santo, llamado también fuste, puede medir hasta 80 centímetros; mientras que en la investigación se encontró un diámetro máximo de 75 centímetros (Cuadro 04).

Según Rasal *et al* (2011) la densidad de palo santo registrada en los bosques estacionalmente secos de la Región Piura con un rango altitudinal de 561 a 810 metros es de 100 árboles  $\text{ha}^{-1}$ . Comparando dicho valor, se puede encontrar en el cerro “Garabo”, una densidad poblacional de 357 árboles  $\text{ha}^{-1}$ , obteniendo la mayor densidad correspondiente a 173 árboles  $\text{ha}^{-1}$  con un DAP de 4 a 17 centímetros, perteneciente a la agrupación de clase diamétrica I (Figura 19).



## CONCLUSIONES

Se establecieron 10 clases diamétricas evaluándose un total de 500 individuos de *B. graveolens* “palo santo” cuyo DAP promedio fue 20 cm y la densidad poblacional fue 357 árboles ha<sup>-1</sup>.

La distribución por clase diamétrica presentó la curva con una ligera tendencia hacia la “J” invertida.

El rango altitudinal estuvo entre 200 a 700 m.s.n.m.

## RECOMENDACIONES

En el marco de las normas que rigen la legislación forestal vigente, se debe orientar el manejo sostenible de la especie palo santo y demás especies propias de los bosques secos, como alternativa de desarrollo forestal sustentable en mejora de la calidad de vida de las poblaciones rurales que residen cerca a estos ecosistemas, así como minimizar la sobre explotación de los recursos forestales.

De manera particular se debe afianzar y consolidar el Plan de manejo forestal para la conservación de árboles en pie y el aprovechamiento de troncos, ramas y rastrojos caídos por acción natural y en proceso de descomposición de la especie *Bursera graveolens* “palo santo”.

Se deben afianzar los estudios de regeneración natural para establecer la acción de los factores fisiológicos, patológicos y/o ecológicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Z.; Linares, R. L. Peter. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú.
- Ajbilou, R.; Marañón, T. & J. Arroyo. 2003. Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. Universidad de Sevilla, España.
- Araujo, P. & M. Iturre. 2006. Ordenación de bosques irregulares. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina.
- Cancino, J. 2006. Dendrometría básica. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento manejo de Bosques y Medio Ambiente. [ref. de 05 de Setiembre 2012], Disponible en URL: [http://www.sibudec.cl/ebook/UDEC\\_Dendrometria\\_Basica.pdf](http://www.sibudec.cl/ebook/UDEC_Dendrometria_Basica.pdf)
- Departamento de Fomento Forestal – DFF. 2006. Elaboración de planes de manejo y planes operativos de aprovechamiento en bosques húmedos latifoliados. Instituto Nacional Forestal, Nicaragua.
- La Torre, M. & R. Linares. 2008. Mapas y clasificación de vegetación en ecosistemas estacionales: un análisis cuantitativo de los bosques secos de Piura. *Rev. Perú biol.* [online], vol.15, n°.1 [ref. de 06 de Setiembre 2012]. Disponible en URL: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332008000100006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000100006&lng=en&nrm=iso). ISSN 1727-9933.

- Manzano, P. 2007. Potencial fitofármaco de *Bursera graveolens* (palo santo), del bosque seco tropical, Península de Santa Elena, Provincia del Guayas. Guayaquil, Ecuador Instituto de ciencias químicas y ambientales [ref. de 02 de Setiembre 2012], Disponible en URL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4729/1/7252.pdf>
- Ministerio del Ambiente – MINAM. 2011. Guía de evaluación de la flora silvestre. Viceministerio de desarrollo estratégico de los recursos naturales. Dirección general de evaluación, valoración y financiamiento del patrimonio natural. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente – MINAM. & Ministerio de Agricultura – MINAG. 2011. El Perú de los Bosques. [ref. de 01 de Setiembre 2012]. Disponible en URL: <http://cdc.lamolina.edu.pe/Noticias/Documentos/elperudelosbosques2011.pdf>
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.
- Otovo, J. 2008. Gestión sostenible de los bosques secos. [ref. de 01 de Setiembre 2012]. Disponible en URL: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2008/Piura/EER-Piura-05Otovo.pdf>
- Perla, C. & J. Torres. 2008. Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, Rivas – Nicaragua.
- Puecas, M. 2011. Estudio dendrológico de la especie *Bursera graveolens* - Palo Santo, Región Tumbes – Perú.

- Rasal, M.; Troncos, J. & C. Lizano. 2011. Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la Menta y Timbes, Región Piura, Perú. [ref. de 04 de Enero 2013] Disponible en URL: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162011000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162011000200002&script=sci_arttext).
- SWISSCONTACT. 2010. Negocios sostenibles en bosque seco, Área de Conservación Regional Salitral – Huarmaca. Caracterización General y de los Corredores Económicos.
- Torres, E. 1995. Estudio de los principales problemas selvícolas de los alcornocales del macizo del Aljibe (Cádiz y Málaga). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Villa, A. & J. Ramírez. 2005. Caracterización diamétrica de las especies maderables en bosques primarios del Cerro Murrucucú. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Sede Medellín, Colombia.
- El Peruano, Lima, 21 de Julio del 2011. Decreto Supremo N° 019 – 2011 – MINAM. Decreto Supremo que establece el Área de Conservación Regional Bosques Secos de Salitral – Huarmaca.
- El Peruano, Lima, 13 de Julio del 2006. Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Ministerio de Agricultura – MINAG. Categorización de especies amenazadas de flora silvestre

# ANEXOS

## ANEXO 01

Cuadro 07. Evaluación forestal de *B. graveolens* “palo santo” en el lado occidental del cerro “Garabo”

TRANSECTO 01					Observaciones
Punto 0 : E 635373 N 9391503					
Punto 100 : E 635299 N 9391576					
Altitud : 441 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
1	72	23	635369	9391512	Inclinado
2	81	26	635364	9391505	Bifurcado
3	31	10	635364	9391507	
4	70	22	635364	9391509	Bifurcado
5	38	12	635364	9391512	
6	42	13	635376	9391515	
7	35	11	635376	9391515	
8	17	5	635376	9391515	
9	39	12	635375	9391516	Bifurcado
10	36	11	635373	9391516	
11	110	35	635367	9391517	
12	41	13	635366	9391518	
13	106	34	635362	9391521	Bifurcado con una rama muerta
14	47	15	635361	9391520	Bifurcado
15	75	24	635363	9391516	
16	61	19	635361	9391513	Inclinado
17	69	22	635357	9391510	
18	32	10	635351	9391511	Bifurcado
19	14	4	635354	9391509	
20	66	21	635355	9391509	
21	39	12	635354	9391512	
22	38	12	635348	9391512	Bifurcado
23	45	14	635351	9351514	
24	26	8	635352	9391516	
25	146	46	635343	9391521	Posible semillero
26	42	13	635342	9391523	
27	167	53	635344	9391522	Trifurcado
28	25	8	635338	9391524	
29	69	22	635335	9391524	
30	89	28	635333	9391521	

31	73	23	635328	9391523	
32	91	29	635330	9391528	
33	52	17	635324	9391537	
34	82	26	635324	9391538	Bifurcado
35	99	32	635318	9391539	
36	96	31	635314	9391538	
37	56	18	635303	9391545	
38	59	19	635304	9391546	Bifurcado
39	128	41	635305	9391551	Bifurcado
40	106	34	635305	9391552	
41	95	30	635297	9391553	
42	29	9	635296	9391555	
43	103	33	635299	9391575	Bifurcado

TRANSECTO 02					Observaciones
Punto 0 : E 634956 N 9391913					
Punto 100 : E 634988 N 9392004					
Altitud : 567 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
44	60	19	634921	9391922	
45	28	9	634951	9391923	
46	43	14	634958	9391925	
47	47	15	634960	9391928	
48	72	23	634960	9391930	
49	29	9	634962	9391931	Bifurcado
50	32	10	634963	9391932	
51	57	18	634964	9391932	
52	72	23	634977	9391931	
53	95	30	634972	9391934	
54	74	24	634971	9391937	
55	121	39	634969	9391937	
56	28	9	634966	9391937	
57	33	11	634968	9391937	
58	64	20	634967	9391941	
59	19	6	634966	9391941	
60	23	7	634969	9391942	
61	86	27	634971	9391946	Bifurcado
62	80	25	634970	9391949	Inclinado
63	84	27	634967	9391953	Bifurcado
64	94	30	634964	9391955	



65	61	19	634954	9391953	
66	88	28	634955	9391972	
67	25	8	634960	9391971	
68	64	20	634961	9391971	Bifurcado
69	47	15	634961	9391972	
70	35	11	634960	9391973	Bifurcado
71	63	20	634963	9391979	
72	60	19	634965	9391989	
73	65	21	634968	9391996	
74	126	40	634970	9391998	Bifurcado
75	62	20	634970	9392002	Trifurcado
76	44	14	634970	9392003	
77	48	15	634970	9392004	
78	32	10	634969	9392003	
79	84	27	634971	9392003	
80	50	16	634969	9392001	
81	77	25	634977	9392000	
82	54	17	634979	9392003	
83	121	39	634979	9392004	Bifurcado
84	132	42	634987	9392002	Bifurcado
85	18	6	634988	9392003	

TRANSECTO 03					Observaciones
Punto 0 : E 635040 N 9392221					
Punto 100 : E 635000 N 9392130					
Altitud : 610 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
86	122	39	635035	9392215	Bifurcado
87	74	24	635041	9392217	
88	143	46	635040	9392222	Bifurcado
89	16	5	635037	9392221	
90	74	24	635033	9392219	
91	105	33	635043	9392215	Bifrucado
92	15	5	635043	9392214	
93	15	5	635040	9392213	
94	213	68	635040	9392214	5 ramas secundarias
95	52	17	635037	9392214	
96	24	8	635033	9392217	Bifurcado
97	19	6	635034	9392218	

98	149	47	635031	9392221	Bifurcado
99	20	6	635028	9392214	
100	16	5	635027	9392214	
101	69	22	635027	9392213	
102	118	38	635029	9392213	Trifurcado
103	233	74	635028	9392207	4 ramificaciones
104	89	28	635023	9392203	
105	55	18	635022	9392204	
106	25	8	635018	9392202	
107	40	13	635018	9392201	Bifurcado
108	100	32	635024	9392201	Bifurcado
109	123	39	635020	9392201	
110	48	15	635018	9392197	
111	90	29	635016	9392196	Trifurcado
112	16	5	635017	9392196	
113	69	22	635013	9392193	
114	83	26	635012	9392193	
115	132	42	635012	9392198	Trifurcado
116	50	16	635011	9392194	
117	182	58	635012	9392186	Trifurcado
118	121	39	635027	9392187	Trifurcado
119	19	6	635028	9392185	
120	114	36	635030	9392179	Bifurcado
121	126	40	635024	9392179	4 bifurcaciones
122	77	25	635012	9392164	Bifurcado
123	80	25	635019	9392170	
124	60	19	635018	9392167	
125	46	15	635016	9392168	
126	116	37	635015	9392169	Bifurcado
127	42	13	635014	9392171	
128	19	6	635013	9392171	
129	35	11	635012	9392172	
130	42	13	635012	9392176	Bifurcado
131	138	44	635009	9392177	
132	75	24	635009	9392169	
133	50	16	635007	9392169	
134	81	26	635009	9392166	Bifurcado
135	92	29	635007	9392164	Bifurcado
136	35	11	635007	9392162	
137	54	17	635009	9392158	
138	154	49	635015	9392158	Bifurcado

139	31	10	635010	9392151	
140	43	14	635011	9392147	
141	32	10	635011	9392146	
142	63	20	635005	9392143	
143	93	30	635003	9392136	Bifurcado
144	50	16	635002	9392133	

TRANSECTO 04					Observaciones
Punto 0 : E 636484 N 9390721					
Punto 100 : E 636427 N 9390635					
Altitud : 405 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
145	56	18	636483	9390720	
146	96	31	636486	9390712	Bifurcado
147	60	19	636472	9390707	
148	235	75	636476	9390701	Trifurcado
149	96	31	636467	9390695	
150	145	46	636471	9390690	
151	54	17	636471	9390686	
152	145	46	636471	9390688	Trifurcado
153	123	39	636455	9390685	
154	39	12	636458	9390663	
155	60	19	636435	9390630	Presencia de una quebrada, lo que hace un área inaccesible, con pendiente pronunciada.
156	133	42	636439	9390628	
157	110	35	636420	9390634	
158	87	28	636414	9390621	

TRANSECTO 05					Observaciones
Punto 0 : E 636308 N 9390591 Altitud : 310 msnm					
Punto 100 : E 636215 N 9390631					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
159	200	64	636308	9390591	Bifurcado
160	26	8	636306	9390590	
161	41	13	636310	9390595	
162	68	22	636306	9390595	Bifurcado
163	26	8	636300	9390594	
164	92	29	636296	9390592	
165	33	11	636289	9390599	
166	63	20	636286	9390599	Bifurcado
167	115	37	636285	9390597	Bifurcado
168	159	51	636284	9390598	Trifurcado
169	69	22	636279	9390592	Bifurcado
170	35	11	636277	9390594	
171	84	27	636280	9390594	Trifurcado
172	66	21	636270	9390596	
173	68	22	636271	9390595	
174	53	17	636248	9390614	
175	75	24	636249	9390618	
176	87	28	636249	9390621	
177	184	59	636225	9390621	Bifurcado
178	71	23	636219	9390632	
179	83	26	636209	9390621	
180	88	28	636210	9390622	
181	56	18	636209	9390622	Bifurcado
182	25	8	636212	9390621	
183	63	20	636215	9390618	
184	75	24	636216	9390615	Trifurcado
185	56	18	636217	9390610	Bifurcado
186	43	14	636221	9390609	Bifurcado
187	42	13	636230	9390169	
188	63	20	636233	9390605	
189	31	10	636259	9390603	
190	31	10	636270	9390596	
191	58	18	636271	9390597	Bifurcado
192	18	6	636277	9390594	
193	20	6	636282	9390595	
194	110	35	636296	9390594	Bifurcado
195	39	12	636303	9390590	

TRANSECTO 06					Observaciones
Punto 0 : E 635352 N 9394188					
Punto 100 : E 635443 N 9394227					
Altitud : 329 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
196	65	21	635355	9394188	
197	31	10	635355	9394189	Bifurcado
198	83	26	635356	9394188	
199	65	21	635355	9394185	Bifurcado
200	47	15	635364	9394193	
201	63	20	635371	9394198	
202	129	41	635374	9394199	Bifurcado
203	66	21	635374	9394193	
204	79	25	635384	9394196	Trifurcado
205	87	28	635387	9394198	
206	47	15	635392	9394198	
207	56	18	635399	9394192	
208	35	11	635402	9394201	
209	25	8	635402	9394201	
210	26	8	635403	9394206	
211	33	11	635402	9394209	
212	133	42	635402	9394210	Bifurcado
213	32	10	635403	9394214	
214	85	27	635405	9394214	Bifurcado
215	29	9	635406	9394213	
216	81	26	635407	9394213	Bifurcado
217	27	9	635408	9394213	
218	45	14	635414	9394220	
219	45	14	635413	9394220	
220	25	8	635417	9394220	
221	25	8	636418	9394221	
222	41	13	635417	9394221	
223	15	5	636417	9394222	
224	47	15	635427	9394220	
225	27	9	635437	9394221	
226	55	18	635437	9394226	

TRANSECTO 07					Observaciones
Punto 0 : E 634876 N 9391717					
Punto 100 : E 634954 N 9391664					
Altitud : 593 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
227	118	38	634878	9391717	
228	63	20	634881	9391716	Árbol caído
229	99	32	634877	9391717	
230	102	32	634881	9391707	
231	87	28	634874	9391704	Bifurcado
232	93	30	634877	9391703	Bifurcado y ligeramente poroso
233	69	22	634880	9391711	
234	70	22	634884	9391717	Bifurcado
235	72	23	634887	9391715	
236	100	32	634892	9391715	Bifurcado
237	97	31	634891	9391709	Inclinado
238	145	46	634896	9391719	Bifurcado
239	90	29	634894	9391709	
240	152	48	634901	9391701	Bifurcado
241	82	26	634907	9391701	Bifurcado
242	118	38	634909	9391701	Bifurcado
243	106	34	634905	9391689	Inclinado
244	112	36	634908	9391689	Árbol caído
245	113	36	634902	9391697	
246	120	38	634905	9391693	
247	42	13	634915	9391695	
248	66	21	634910	9391693	
249	37	12	634925	9391692	Inclinado
250	57	18	634916	9391691	
251	38	12	634918	9391677	
252	38	12	634923	9391679	
253	43	14	634921	9391685	Inclinado
254	72	23	634932	9391691	
255	68	22	634935	9391687	
256	38	12	634945	9391681	
257	45	14	634935	9391683	
258	18	6	634934	9391669	
259	70	22	634936	9391665	
260	37	12	634948	9391675	

261	62	20	634956	9391665	
262	32	10	635071	9391727	
263	52	17	635071	9391732	Inclinado
264	58	18	635069	9391731	Inclinado
265	117	37	635067	9391729	Inclinado
266	32	10	635056	9391727	Inclinado
267	40	13	635054	9391728	
268	111	35	635050	9391729	

TRANSECTO 08					Observaciones
Punto 0 : E 635070 N 9391718					
Punto 100 : E 634955 N 9391738					
Altitud : 539 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
269	73	23	635049	9391733	Bifurcado
270	25	8	635047	9391733	
271	30	10	635039	9391733	
272	65	21	635041	9391733	
273	95	30	635044	9391737	
274	29	9	635039	9391735	
275	72	23	635030	9391733	
276	62	20	635042	9391711	
277	37	12	635039	9391709	
278	72	23	635033	9391711	
279	44	14	635026	9391717	
280	84	27	635024	9391721	
281	49	16	635025	9391719	
282	42	13	635013	9391723	
283	223	71	635008	9391721	Trifurcado e Inclinado
284	116	37	635006	9391727	
285	57	18	634997	9391733	
286	57	18	635000	9391719	
287	27	9	634995	9391719	
288	43	14	634986	9391715	
289	40	13	634980	9391721	
290	97	31	634973	9391725	
291	99	32	634959	9391737	
292	57	18	634956	9391739	
293	63	20	634965	9391747	Árbol caído



294	45	14	634967	9391741	
295	34	11	634966	9391739	
296	67	21	634965	9391741	
297	48	15	634968	9391739	
298	47	15	634973	9391729	
299	15	5	634978	9391727	
300	39	12	634990	9391725	
301	33	11	634994	9391739	
302	45	14	634991	9391729	
303	76	24	634981	9391725	

TRANSECTO 09					Observaciones
Punto 0 : E 635133 N 9392874					
Punto 100 : E 635027 N 9392862					
Altitud : 393 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
304	91	29	635138	9392872	
305	95	30	635150	9392860	
306	60	19	635154	9392852	
307	47	15	635136	9392860	
308	31	10	635142	9392872	
309	56	18	635137	9392880	
310	21	7	635131	9392854	
311	56	18	635134	9392856	
312	40	13	635132	9392854	
313	37	12	635134	9392852	
314	54	17	635136	9392852	
315	77	25	635137	9392854	
316	70	22	635140	9392852	
317	18	6	635140	9392856	
318	26	8	635122	9392855	
319	41	13	635127	9392860	
320	34	11	635124	9392862	
321	42	13	635123	9392862	
322	18	6	635125	9392864	
323	26	8	635122	9392860	
324	52	17	635114	9392856	
325	109	35	635098	9392860	
326	51	16	635097	9392861	
327	43	14	635101	9392854	

328	46	15	635099	9392850	
329	42	13	635091	9392849	
330	62	20	635089	9392844	
331	20	6	635089	9392856	
332	27	9	635086	9392860	
333	52	17	635085	9392856	
334	33	11	635083	9392854	
335	25	8	635077	9392850	
336	36	11	635075	9392854	
337	36	11	635065	9392854	
338	64	20	635069	9392844	
339	27	9	635060	9392846	
340	66	21	635057	9392850	
341	91	29	635041	9392852	
342	31	10	635047	9392850	
343	32	10	635039	9392858	
344	71	23	635041	9392860	
345	54	17	635027	9392860	

TRANSECTO 10					Observaciones
Punto 0 : E 635054 N 9393246					
Punto 100 : E 634969 N 9393178					
Altitud : 347 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
346	81	26	635058	9393246	Bifurcado
347	57	18	635051	9393240	
348	48	15	635052	9393240	
349	20	6	635045	9393240	
350	59	19	635039	9393238	
351	63	20	635042	9393230	
352	109	35	635047	9393226	Bifurcado
353	28	9	635049	9393228	Inclinado
354	43	14	635036	9393236	
355	50	16	635033	9393232	
356	18	6	635030	9393230	
357	84	27	635030	9393228	
358	67	21	635028	9393226	
359	63	20	635029	9393224	
360	61	19	635017	9393220	
361	63	20	635019	9393214	

362	69	22	635020	9393212	
363	64	20	635018	9393212	
364	53	17	635015	9393208	
365	72	23	635017	9393208	Bifurcado
366	43	14	635013	9393204	
367	39	12	635009	9393206	
368	65	21	635007	9393212	
369	16	5	635008	9393210	
370	60	19	635005	9393208	Inclinado
371	90	29	634999	9393208	
372	27	9	634994	9393202	
373	66	21	634996	9393202	
374	44	14	634986	9393201	
375	110	35	634983	9393204	Bifurcado
376	41	13	634981	9393200	
377	57	18	634980	9393200	
378	46	15	634987	9393190	
379	27	9	634979	9393194	
380	27	9	634974	9393190	
381	52	17	634973	9393186	
382	53	17	634967	9393184	
383	76	24	634961	9393178	
384	21	7	634967	9393178	
385	48	15	634975	9393180	
386	60	19	634974	9393174	

TRANSECTO 11					Observaciones
Punto 0 : E 635264 N 9393630					
Punto 100 : E 635200 N 9393562					
Altitud : 384 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
387	38	12	635264	9393630	
388	41	13	635263	9393630	
389	51	16	635262	9393624	
390	34	11	635259	9393620	
391	23	7	635260	9393620	
392	74	24	635260	9393618	
393	44	14	635256	9393622	
394	35	11	635257	9393616	

395	41	13	635260	9393620	
396	25	8	635252	9393626	
397	73	23	635251	9393622	
398	17	5	635251	9393620	
399	46	15	635248	9393616	
400	36	11	635248	9393614	
401	49	16	635248	9393612	
402	53	17	635249	9393614	
403	31	10	635245	9393614	
404	67	21	635243	9393610	
405	42	13	635248	9393616	
406	37	12	635246	9393620	
407	50	16	635242	9393618	
408	55	18	635241	9393612	
409	32	10	635243	9393608	
410	81	26	635238	9393608	
411	59	19	635237	9393610	
412	84	27	635232	9393616	
413	53	17	635230	9393608	
414	57	18	635230	9393610	
415	44	14	635229	9393616	
417	71	23	635223	9393616	
418	52	17	635226	9393620	
419	77	25	635219	9393608	
420	36	11	635217	9393606	
421	35	11	635213	9393606	
422	63	20	635215	9393602	
423	50	16	635217	9393600	
424	20	6	635213	9393602	
425	97	31	635212	9393602	
426	58	18	635206	9393602	
427	51	16	635207	9393598	
428	47	15	635204	9393592	Árbol caído
429	37	12	635203	9393594	
430	45	14	635205	9393586	
431	49	16	635209	9393588	
432	57	18	635214	9393584	
433	67	21	635213	9393574	
434	77	25	635210	9393570	
435	53	17	635216	9393568	
436	59	19	635210	9393564	

TRANSECTO 12					Observaciones
Punto 0 : E 635807 N 9394772					
Punto 100 : E 635756 N 9394692					
Altitud : 317 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
437	59	19	635810	9394762	
438	57	18	635792	9394776	
439	76	24	635794	9394776	
440	40	13	635792	9394770	
441	44	14	635783	9394768	Inclinado
442	44	14	635786	9394776	
443	32	10	635774	9394770	
444	46	15	635772	9394772	
445	31	10	635771	9394772	
447	127	40	635770	9394770	Bifurcado
448	76	24	635764	9394770	
449	114	36	635751	9394762	Bifurcado
450	71	23	635749	9394748	
451	84	27	635742	9394746	Bifurcado
452	44	14	635741	9394738	Inclinado
453	42	13	635743	9394738	
454	120	38	635750	9394726	
455	103	33	635749	9394716	Bifurcado
456	119	38	635750	9394704	

TRANSECTO 13					Observaciones
Punto 0 : E 636016 N 9394654					
Punto 100 : E 635967 N 9394598					
Altitud : 421 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
457	100	32	636014	9394674	
458	28	9	636013	9394676	
459	101	32	636013	9394684	
460	19	6	636010	9394672	
461	35	11	636009	9394660	
462	22	7	636013	9394658	
463	58	18	636008	9394648	
464	91	29	636015	9394648	
465	45	14	636009	9394640	
466	80	25	636000	9394648	
467	56	18	635994	9394652	Bifurcado
468	123	39	635991	9394648	Bifurcado
469	39	12	635990	9394644	
470	46	15	635972	9394638	
471	83	26	635971	9394634	
472	28	9	635971	9394630	Inclinado
473	61	19	635970	9394628	
474	50	16	635973	9394622	
475	67	21	635981	9394628	
476	51	16	635980	9394620	
477	20	6	635966	9394616	
478	44	14	635969	9394614	
479	38	12	635965	9394616	
480	18	6	635966	9394612	
481	50	16	635961	9394616	
482	49	16	635962	9394616	
483	37	12	635964	9394616	
484	58	18	635958	9394610	Bifurcado
485	53	17	635965	9394606	
486	56	18	635968	9394602	
487	44	14	635967	9394600	
488	113	36	635968	9394602	Bifurcado

TRANSECTO 14					Observaciones
Punto 0 : E 636444 N 939638					
Punto 100 : E 636393 N 9396					
Altitud : 263 msnm					
N° de árbol	Longitud (cm)34	DAP	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	
489	139	44	636441	9396136	Trifurcado
490	33	11	636448	9396146	
491	124	39	636431	9396148	
492	33	11	636399	9396182	
493	50	16	636400	9396188	
494	61	19	636399	9396188	
495	58	18	636402	9396188	
496	47	15	636400	9396190	
497	41	13	636399	9396192	Inclinado
498	64	20	636394	9396224	
499	65	21	636393	9396224	
500	95	30	636396	9396228	Bifurcado
501	54	17	636393	9396230	Inclinado
502	58	18	636396	9396234	Inclinado